# FIŞA DISCIPLINEI

1. **Date despre program**

|  |  |
| --- | --- |
| 1.1 Instituţia de învăţământ  superior | Universitatea Babeş–Bolyai, Cluj–Napoca |
| 1.2 Facultatea | Chimie şi Inginerie Chimică |
| 1.3 Departamentul | Inginerie chimică |
| 1.4 Domeniul de studii | Inginerie chimică |
| 1.5 Ciclul de studii | Licenţă |
| 1.6 Programul de studiu / Calificarea | Chimia şi Ingineria Substanţelor Organice, Petrochimie şi Carbochimie / Inginerie Biochimică / Ingineria şi Informatica Proceselor Chimice şi Biochimice / Ingineria Substantelor Anorganice şi Protecţia Mediului / Ştiinţa şi Ingineria Materialelor Oxidice şi Nanomateriale/ Chimie  Alimentară și Tehnologii Biochimice / Inginer chimist |

# Date despre disciplină

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.1 Denumirea disciplinei | | | **Bazele Ingineriei Reacţiilor Chimice–CLR2061** | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităţilor de curs | | | | | Prof. Dr. Ing. Călin-Cristian Cormoş | | | | |
| 2.3 Titularul activităţilor de seminar | | | | | Prof. Dr. Ing. Călin-Cristian Cormoş | | | | |
| 2.4 Anul de studiu | III | 2.5 Semestrul | | 6 | | 2.6. Tipul de evaluare | E | 2.7 Regimul disciplinei | DD/Ob. |

1. **Timpul total estimat** (ore pe semestru al activităţilor didactice)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 4 | | Din care: 3.2 curs | | 2 | 3.3 seminar | 2 |
| 3.4 Total ore din planul de învăţământ | 56 | | Din care: 3.5 curs | | 28 | 3.6 seminar | 28 |
| Distribuţia fondului de timp: | | | | | | | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe | | | | | | | 28 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate şi pe teren | | | | | | | 16 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii şi eseuri | | | | | | | 18 |
| Tutoriat | | | | | | | 4 |
| Examinări 0, | | | | | | | 3 |
| Alte activităţi: .................. | | | | | | | - |
| 3.7 Total ore studiu individual | | 69 | |  | | | |
| 3.8 Total ore pe semestru | | 125 | |
| 3.9 Numărul de credite | | 5 | |

1. **Precondiţii** (acolo unde este cazul)

|  |  |
| --- | --- |
| 4.1 de curriculum | * Nu este cazul |
| 4.2 de competenţe | * Nu este cazul |

1. **Condiţii** (acolo unde este cazul)

|  |  |
| --- | --- |
| 5.1 De desfăşurare a  cursului | * Studenţii se vor prezenta la curs cu telefoanele mobile închise * Nu va fi acceptată întârzierea |
| 5.2 De desfăşurare a seminarului/laboratorului | * Studenţii se vor prezenta la seminar/laborator cu telefoanele mobile închise * Studenţii se vor prezenta în laborator cu halat, manusi, cârpă de laborator. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | * Studenţii nu pot lăsa nesupravegheată o instalţie în funcţiune * Predarea referatului de laborator se va face cel târziu în săptămâna următoare desfăşurării efective a lucrării * Pentru predarea cu întârziere se penalizează cu 0,5 puncte/zi * Este interzis accesul cu mâncare în laborator |

# Competenţele specifice acumulate

|  |  |
| --- | --- |
| **Competenţe profesionale** | * Definirea noţiunilor, conceptelor, teoriilor şi modelelor de bază din domeniul chimiei şi ingineriei şi utilizarea lor adecvată în comunicarea profesională * Utilizarea cunoştinţelor de bază din domeniul chimiei şi ingineriei chimice pentru explicarea şi interpretarea fenomenelor inginereşti * Identificarea şi aplicarea conceptelor, metodelor şi teoriilor pentru rezolvarea problemelor tipice ingineriei chimice de proces în condiţii de asistenţă calificată * Analiza critică şi utilizarea principiilor, metodelor şi tehnicilor de lucru pentru evaluarea cantitativă şi calitativă a proceselor din ingineria chimică * Aplicarea conceptelor şi teoriilor fundamentale din domeniul chimiei şi ingineriei chimice şi de proces pentru elaborarea de proiecte profesionale * Descrierea conceptelor, teoriilor şi metodelor de bază ale exploatării reactoarelor și proceselor chimice industriale * Explicarea şi interpretarea principiilor şi metodelor utilizate în exploatarea proceselor şi instalaţii industriale * Monitorizarea proceselor din industria chimică, identificarea situaţiilor anormale şi propunerea de soluţii în condiţii de asistenţă calificată * Evaluarea critică a proceselor, echipamentelor, procedurilor şi produselor din industria chimică * Elaborarea unor proiecte profesionale pentru tehnologiile din domeniul ingineriei chimice |
| **Competenţe transversale** | * Executarea sarcinilor profesionale conform cerinţelor precizate şi în termenele impuse, cu respectarea normelor de etică profesională şi de conduită morală, urmând un plan de lucru prestabilit şi cu îndrumare calificată * Rezolvarea sarcinilor profesionale în concordanţă cu obiectivele generale stabilite prin integrarea în cadrul unui grup de lucru şi distribuirea de sarcini pentru nivelurile subordonate * Informarea şi documentarea permanentă în domeniul său de activitate în limba română şi într-o limbă de circulaţie internaţională, cu utilizarea metodelor moderne de informare şi comunicare (de ex. prezentare PowerPoint, utilizare resurse informaționale în format   electronic etc.) |

1. **Obiectivele disciplinei** (reieşind din grila competenţelor acumulate)

|  |  |
| --- | --- |
| 7.1 Obiectivul general al disciplinei | * Să familiarizeze studenţii cu noţiunilede bază, conceptele, teoriile şi modelelede bază din domeniul ingineriei reacţiilor chimice (reactoare chimice omogene, conexiuni de reactoare, curgerea ideală şi reală în   reactoarele chimice etc.) |
| 7.2 Obiectivele specifice | * Dobândirea cunoştinţelor teoretice de bază pentru analiza reacţiilor chimice, a reactoarelor chimice ideale în mediu omogen şi a modelelor de curgere în reactoarele reale * Dobândirea cunoştinţelor referitoare la întocmirea bilanţurilor de masă, energie şi impuls pentru reactoarele chimice şi deducerea și rezolvarea matematică a ecuaţiilor caracteristice * Dobândirea cunoştinţelor referitoare la etapele ce trebuie parcurse la proiectarea unui reactor chimic şi noţiuni de modelare matematică şi   simulare a acestora |

# Conţinuturi

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 8.1 Curs | Metode de predare | Observaţii |
| 8.1.1. Clasificarea reacţiilor chimice. Noţiuni recapitulative de stoechiometrie. Matricea coeficienţilor steochiometrici. Variabilele de avansare a reacţiilor chimice. Căldurii de reacţie, călduri de combustie, energii de legătură, entropie, entalpie  liberă. | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea |  |
| 8.1.2. Noţiuni recapitulative de echilibru chimic. Calculul conversiei de echilibru din date termodinamice. Elemente de cinetica reacţiilor chimice. Determinări cinetice. Factori care influenţează viteza de reacţie. Determinarea etapei  determinante de viteză. | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea |  |
| 8.1.3. Definirea şi clasificarea reactoarelor chimice. Modelarea reactoarelor chimice. Deducerea ecuaţiilor de bilanţ de masă, energie şi implus pentru un reactor  chimic. | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea |  |
| 8.1.4. Reactoare chimice discontinue (DC). Tipul de curgere a fluidului în reactor. Operarea în şarje. Ecuaţiile de bilanţ de masă, energie şi implus pentru  un reactor chimic discontinuu. Rezolvarea analitică şi grafică a ecuaţiei caracteristice reactorului DC. | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea |  |
| 8.1.5. Reactoare chimice semicontinue (SC). Ecuaţiile de bilanţ de masă, energie şi implus pentru un reactor chimic semicontinuu. Regimul termic al reactoarelor  DC şi SC. | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea Problematizarea;  Dezbaterea |  |
| 8.1.6. Reactoare chimice cu deplasare (D). Tipul de curgere a fluidului în reactor. Ecuaţiile de bilanţ de masă, energie şi implus pentru un reactor cu deplasare. Timp de staţionare. Rezolvarea analitică, grafică sau  numerică a ecuaţiei caracteristice. | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea |  |
| 8.1.7. Regimul termic al reactoarelor cu deplasare (D). Studii de senzitivitate parametrică pentru reactoarele cu deplasare, optimizarea performanțelor reactoarelor  cu deplasare. | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea Problematizarea;  Dezbaterea |  |
| 8.1.8. Reactoare chimice cu amestecare perfectă (R). Tipul de curgere a fluidului în reactor. Ecuaţiile de bilanţ de masă, energie şi implus pentru un reactor cu amestecare perfectă. Timp de staţionare. Rezolvarea  analitică şi grafică a ecuaţiei caracteristice. | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea |  |
| 8.1.9. Regimul termic al reactoarelor cu amestecare perfectă. Condiţii de operare a reactorului, puncte de operare stabile şi instabile. Reactorul cu recirculare externă (RE), deducerea ecuaţiei caracteristice,  aplicaţii practice ale acestui tip de reactor. | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea |  |
| 8.1.10. Sisteme de conexiuni cu reactoare ideale. Seria R – D şi D – D. Seria de reactoare R. Seria de reactoare D. Deducerea ecuaţiei caractersistice.  Metode grafice de rezolvare a conexiunilor de reactoare. | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea |  |
| 8.1.11. Compararea performanţelor reactoarelor ideale izoterme. Criterii de performanţă ale reactoarelor chimice. Definirea conversiei şi selectivităţii. Cazul  reacţiilor chimice singulare şi autocatalitice. | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea Problematizarea;  Dezbaterea |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 8.1.12. Compararea performanţelor reactoarelor ideale izoterme. Cazul reacţiilor chimice multiple paralele şi succesive. Optimizarea performanțelor reactoarelor | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea Problematizarea;  Dezbaterea |  | |
| 8.1.13. Curgerea neideală. Cauzele abaterilor de la curgerea ideală. Modele de circulaţie neideală (reală): modele compartimentate (celular, Cholette – Cloutier, R – D şi D – R), modele cu recirculare externă,  modele de dispersie, modelul curgerii laminare. | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea |  | |
| 8.1.14. Distribuţia duratelor de staţionare. Durata de staţionare, vârsta unei particule, speranţa de viaţă. Funcţii de distribuţie. Determinarea experimentală a distribuţiei duratelor de staţionare. Calculul  transformării chimice în cazul curgerii reale (neideale). | Prelegerea; Explicaţia Conversaţia; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea |  | |
| Bibliografie:   1. E. Gavrilă, s.a., Ingineria reacţiilor chimice. Utilaj specific, Universitatea Babeş – Bolyai, Cluj – Napoca, vol. I, 1988. 2. G. Bozga, O. Muntean, Reactoare chimice, vol. I, Editura Tehnică, Bucureşti, 2001. 3. O. Levenspiel, Chemical reaction engineering, John Wiley & Sons, New York, 1999. 4. M. Olea, Ingineria reactiilor chimice si utilaj specific. Culegere de probleme, Universitatea Babeş – Bolyai, Cluj – Napoca, 1995. 5. E. Gavrilă, A. Ozunu, Ingineria reacţiilor chimice. Îndrumar de lucrări practice şi proiect, Universitatea Babeş - Bolyai, Cluj - Napoca, 1996. 6. C.C. Cormos, Ingineria reacțiilor chimice - Aplicații practice pentru studiul reactoarelor omogene și eterogene gaz-lichid, Presa Universitară Clujană, 2014. 7. C.C. Cormos, Bazele ingineriei reacțiilor chimice, suport de curs, 2022. | | | |
| 8.2 Seminar | Metode de predare | | Observaţii |
| 8.2.1. Elemente de termodinamică chimică. Aplicaţii numerice pentru calcularea efectului termic al reacţiilor chimice. Călduri de combustie. Ciclul lui  Hess. Calcularea variaţiei entropiei şi entalpiei libere Gibss. | Explicaţia; Conversaţia; Descrierea; Problematizarea | |  |
| 8.2.2. Echilibrul chimic. Calculul conversiei de  echilibru din date termodinamice. Factori care influenţează echilibrul chimic. | Explicaţia; Conversaţia;  Descrierea; Problematizarea | |  |
| 8.2.3. Cinetică chimică. Aplicaţii numerice pentru determinarea constantei de viteză, ordinului de reacţie,  energiei de activare din date experimentale. Factori care influenţează viteza reacţiilor chimice. | Explicaţia; Conversaţia; Descrierea; Problematizarea | |  |
| 8.2.4. Aplicaţii numerice pentru calcularea și dimensionarea reactoarelor discontinue (DC) şi semi-  continue (SC). | Explicaţia; Conversaţia; Descrierea;  Problematizarea | |  |
| 8.2.5. Aplicaţii numerice pentru calcularea și dimensionarea reactoarelor cu deplasare (D). | Explicaţia; Conversaţia; Descrierea;  Problematizarea | |  |
| 8.2.6. Aplicaţii numerice pentru calcularea și dimensionarea reactoarelor cu amestecare perfectă (R). | Explicaţia; Conversaţia; Descrierea;  Problematizarea | |  |
| 8.2.7. Aplicaţii numerice pentru stabilirea regimului termic de operare a reactoarelor chimice ideale.  Compararea performanțelor diferitelor tipuri de reactoare | Explicaţia; Conversaţia; Descrierea; Problematizarea | |  |
| 8.2.8. Aplicaţii numerice pentru dimensionarea  conexiunilor de reactoare ideale. Calculul | Explicaţia; Conversaţia;  Descrierea; | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| performanțelor conexiunilor de reactoare | Problematizarea |  |
| 8.2.9. Aplicaţii numerice pentru analiza performanţelor reactoarelor chimice. Aplicaţii numerice pentru determinarea distribuţiei duratelor de  staţionare. | Explicaţia; Conversaţia; Descrierea; Problematizarea |  |
| 8.2.10. Prelucrarea datelor experimentale al reactorului discontinuu adiabat (reacţia de hidroliză a anhidridei acetice, saponificarea acetatului de etil). Utilizarea kitului de reactoare. Comparare rezultatelor simulării (folosind programele MATLAB şi ChemCAD) vs. date experimentale, validarea aplicaţiilor, prelucrarea  rezultatelor. | Experimentul; Explicaţia; Conversaţia; Descrierea; Problematizarea |  |
| 8.2.11. Prelucrarea datelor experimentaleal reactorului cu deplasare şi a celui cu amestecare perfectă (reacţia de saponificare a acetatului de etil). Utilizarea kitului de reactoare. Comparare rezultatelor simulării (folosind programele MATLAB şi ChemCAD) vs.  date experimentale, validarea aplicaţiilor. | Experimentul; Explicaţia; Conversaţia; Descrierea; Problematizarea |  |
| 8.2.12. Caracterizarea sistemelor cu reacţii ireversibile | Experimentul; Explicaţia;  Conversaţia; Descrierea; Problematizarea |  |
| prin similitudine hidrodinamică. Aplicații numerice |
| pentru caracterizarea curgerii prin reactoarele chimice |
| 8.2.13. Determinarea distribuţiei duratelor de staţionare într-un reactor tubular. Utilizarea kitului de  reactoare. Prelucrarea datelor experimentale. | Experimentul; Explicaţia; Conversaţia; Descrierea;  Problematizarea |  |
| 8.2.14. Determinarea distribuţiei duratelor de staţionare într-un reactor cu amestecare și într-o conexiune de reactoare. Utilizarea kitului de reactoare.  Prelucrarea datelor experimentale. | Experimentul; Explicaţia; Conversaţia; Descrierea; Problematizarea |  |
| Bibliografie:   1. E. Gavrilă, s.a., Ingineria reacţiilor chimice. Utilaj specific, Universitatea Babeş – Bolyai, Cluj – Napoca, vol. I, 1988. 2. G. Bozga, O. Muntean, Reactoare chimice, vol. I, Editura Tehnică, Bucureşti, 2001. 3. O. Levenspiel, Chemical reaction engineering, John Wiley & Sons, New York, 1999. 4. M. Olea, Ingineria reactiilor chimice si utilaj specific. Culegere de probleme, Universitatea Babeş – Bolyai, Cluj – Napoca, 1995. 5. E. Gavrilă, A. Ozunu, Ingineria reacţiilor chimice. Îndrumar de lucrări practice şi proiect, Universitatea Babeş - Bolyai, Cluj - Napoca, 1996. 6. C.C. Cormos, Ingineria reacțiilor chimice. Aplicații practice pentru studiul reactoarelor omogene și eterogene gaz-lichid, Presa Universitară Clujană, 2014. 7. C.C. Cormos, Bazele ingineriei reacțiilor chimice, suport de curs, 2022. | | |

1. **Coroborarea conţinuturilor disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor comunităţii epistemice, asociaţiilor profesionale şi angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului**

* Prin insusirea conceptelor teoretico-metodologice si abordarea aspectelor practice incluse in disciplina Bazele Ingineriei Reacţiilor Chimice (BIRC) studentii dobandesc un bagaj de cunostinte consistent, în concordanță cu competențele din Suplimentul la diplomă și calificările din ANC.

# Evaluare

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere din  nota finală |
| 10.4 Curs | Corectitudinea răspunsurilor  – însuşirea şi înţelegerea | Examen scris - accesul la  examen este condiţionat de | 80 % |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Corectă a problematicii  tratate la curs | prezența la seminar  Intenţia de frauda la examen se pedepseşte cu eliminarea din examen.  Frauda la examen se pedepseşte prin exmatriculare conform regulamentului ECST al UBB |  |
| Rezolvarea corectă a problemelor |
| 10.5 Seminar | Corectitudinea răspunsurilor  – însuşirea şi înţelegerea corectă a problematicii tratate la seminar | Activitatea de la seminar și temele individuale | 20 % |
| Calitatea referatelor  pregătite |
| Activitatea desfăşurată la seminar |
| 10.6 Standard minim de performanţă | | | |
| * Nota 5 (cinci) atât la activitatea de la seminar cât şi la examen conform baremului. * Cunoaşterea noţiunilor introductive cu privire la reactoarele chimice omogene; însuşirea corectă a ecuaţiilor de bilanţ de proprietate pe reactor şi ecuaţiile caracteristice, rezolvarea aplicaţiilor numerice pentru calculul şi proiectarea reactoarelor omogene (reactoare discontinue, semi-continue, cu deplasare, cu amestecare și a diferitelor conexiuni ale acestora). | | | |

Data completării Semnătura titularului de curs Semnătura titularului de seminar 03.04.2023 Prof. Dr. Ing. Călin-Cristian Cormoş Prof. Dr. Ing. Călin-Cristian Cormoş

Data avizării în departament Semnătura directorului de departament

19.04.2023 Prof. Dr. Ing. Graziella Liana Turdean